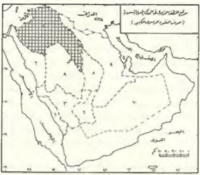
مَوارد المِيَاه الجوفيّة

في
حوض النفود الرسوبي الكبير
بالمملكة العربية السعودية

الدكتور حسن عبد القادر صالح
و الدكتور عبد الرحمن صادق الشريف



في القسم الاول من هذا المقال ، والذي صدر في العهد السابق من هذه المجلة اوضحنا العوامل المؤثرة على المياه الجوفية في الحوض النفوذ الرسوبي الكبير ، ثم درسنا هيدرولوجية الحوض لابراز مناطق التصريف المائي الداخلية فيه ، ومعرفة اتجاهات جريان المياه الجوفية ومصادر تكوينها وتوزيعها .

وفي هذا القسم من المقال ندرس الوضع الحالي للمياه الجوفية من حيث انتاج الحوض للمياه الجوفية كما وكيفا ، اي نوعية المياه وخواصها الكيماوية وتصنيفها ، ثم استعمالات المياه الجوفية لاغراض الري او الشرب او غيرها .. ونختتم هذا البحث بالحديث عن مستقبل المياه الجوفية وتنميتها كمصدر طبيعي هام من مصادر الثروة المحلية .

الوضع الحالي للمياه الجوفية

يرجع تاريخ استخدام المياه الجوفية الى الماضي البعيد عندما كانت القبائل البدوية ، المتجولة عبر حوض النفود الكبير ، وامتداده في بادية الشام باتجاه الشمال والشرق والغرب تحفر حفرا ضحلة على طول الطرق ، فتحصل على المياه بكميات محدودة جدا من هذه الثملات التي تستمد مياهها من الخزانات الجوفية السطحية القابعة في الارسابات الحديثة ، وكانت القوافل التجارية وقوافل الحجاج تتبع تلك الطرق للافادة من هذه المصادر المائية المتواضعة . وبالاضافة الى ذلك فان القبائل المتجولة كانت تحصل على المياه أحيانا من الينابيع المتدفقة في أماكن معينة من وادي السرحان أو بالقرب من بعض البلدات كالعلا أو عين ابن فهيد وغيرها أيضا . وبالرغم من أن عددا كبيرا من الينابيع قد توقف عن التدفق نتيجة الجفاف وهبوط مستويات المياه في الخزانات الجوفية الضحلة ، الا أن القليل منها لا يزال يتدفق بمعدلات تصريف تزيد أحيانا عن ١٠ لترات في الثانية .

وفي المراحل الاولى من ممارسة الأهالي لعمليات الري المحدودة في مزارعهم ، كانت الآبار المحفورة باليد تمثل المصدر الرئيسي للمياه ، ولا سيما في اقليم القصيم، حيث قام الأهالي بحفر مئات الآبار العادية بواسطة القوى العضلية . وكانت المياه الجوفية تستخرج من عمق عدة أمتار من الخزانات القابعة في تكوينات الزمن الرابع والتكوينات الأقدم منها أيضا . وفي أوائل القرن العشرين كان هناك اكثر من ٥٠٠٠ بئر محفورة باليد في القصيم . وكان الري مقصورا على المنخفضات والأودية وذلك بالقرب من الآبار التي كان يتركز معظمها في مثل هذه الأماكن ، وكانت ترفع المياه الى البرك قرب فوهات الآبار بواسطة السواقي التي تستخدم الابل أو الحمير أو البقر في ادارتها ، ومن ثم تنقل في قنوات ترابية الى المزارع المجاورة . وفي عام ١٩٣٥ م عرفت المضخات لأول مرة في الاقليم . وانتشر استعمالها من قبل المزارعين، وفيما بين عامي ١٩٦٥ م أصبح الاقليم مشتملا على اكثر من ١٧٠٠ مضخة لرفع المياه وبعدئذ أخذت المضخات تنتشر بأعداد كبيرة ونتيجة تشجيع الحكومة ومساعدتها لأصحاب الآبار أو المزارع .

وقد ساهمت المضخات (الماكينات) في رفع كميات من المياه اكبر من الكميات التي كانت ترفع قبل استعمالها . فالقوى العضلية وقوى الحيوانات كانت تسحب من المياه كميات محدودة لدرجة أن مستويات المياه في الآبار الضحلة التي تستمد مياهها من الخزانات الجوفية السطحية قد تناقصت . ويمثل هبوط هذه المستويات مشكلة خطيرة تعرضت لها الخزانات نتيجة الاستنزاف المتزايد للمياه ، وقد ساهمت الظروف المناخية في تذبذب مستويات المياه في الآبار الضحلة ، فنجد أن الآبار العادية يرتفع

منسوب المياه فيها خلال فصل الأمطار بشكل واضح ، ويهبط في فصل الجفاف . ونظرا لانخفاض مستوى المياه أصبح من الضروري تعميق الآبار المحفورة بواسطة استعمال الحفارات الحديثة وقد تم الوصول صدفة في أوائل الخمسينات من قبل فلاح في قرية الزرقا قرب بريدة الى مستويات الخزانات الجوفية العميقة وذلك عندما بدأ الفلاح بتعميق بئره القديمة الى نحو مائة متر ، فتدفق الماء الى السطح بدون ضخ (١) .

قامت شركة بارسونز باسل باجراء مسح تقييمي للمياه الجوفية في حوض النفود الكبير عام ١٩٦٧ م . وتم لها تقييم ٤٨٨٠ بئر داخل الحوض ، تشتمل على ١٥ ينبوع ، و ٢١٢٤ بئر محفورة باليد ، و ٧٨٢ بئر محفورة باليد وعمقت بالحفارة (الآلة) و ٦٥٩ بئر محفورة بالآلة ، و ١٣٠٠ بئر مهجورة أو غير مستعملة ، أي أن ٢٨ ٪ من الآبار المقيمة اما مهجورة أو غير مستعملة . تقع أكثر الآبار المنتجة داخل الحوض في اقليم القصيم وبخاصة في مناطق بريدة وعنيزة والعمار والبكيرية والرس ، ففي اقليم القصيم وحده قامت الشركة بتقييم ١٧٠٠ بئر منتجة أو ٤٦ ٪ من مجموع الآبار المنتجة في حوض النفود الكبير ، وتستعمل هذه الآبار أساسا لأغراض الري . ويعتمد أكثر من ٨٥ ٪ من هذه الآبار على المضخات (الموتورات) التي تسحب المياه من الخزانات الجوفية بينما يوجد ١٠ ٪ منها على شكل آبار ارتوازية تحصل على مياهها عادة من الخزانات الجوفية القابعة في تكوينات الساق وتبوك وتصل مياهها الى السطح بدون ضخ ، وهناك ٥ ٪ من الآبار التي تسحب المياه منها باليد .

وتوجد على طول وادي السرحان حول القريات والعيساوية وطبرجل نحو ١٠٣٠ بئر منتجة للمياه ، ٩٣ ٪ منها محفورة باليد ، وأقل من ١ ٪ منها محفورة باليد ومعمقة بالحفر ، و ٦ ٪ منها محفورة بالحفارة ، وتقدر نسبة الآبار التي تعتمد على المضخات في سحب المياه بنحو ٢٧ ٪ من مجموع الآبار المنتجة في وادي السرحان . والمضخات غير شائعة كثيرا هنا لقرب المياه الجوفية من سطح الارض ، فمعظم الآبار المحفورة تقع على عمق يقل عن ١٥ م . كما أن حوالي نصف مجموع الآبار المنتجة تصرف بمعدلات منخفضة تقل عن لترين في الثانية .

وفي منطقة الجوف فحصت الشركة حوالي ٦٧ بئرا منتجة . وتبين لها أن معظم تصريف هذه الآبار ضعيف يتراوح بين ٥ ـ ١٥ لتر / ثانية ، علما بأن بئرا واحدة منها كانت محفورة على عمق ١٥٠ م ، ويبلغ تصريفها ٧٠٫٦ لتر / ثانية . ومما يسترعي الانتباه أن عددا من الآبار في هذه المنطقة لا يخضع للتحكم في تصريف مياهه، الأمر الذي نتج عنه حدوث مشكلات صرف مشابهة لتلك الموجودة في اقليم القصيم .

ويبلغ مجموع الآبار التي تم تقييمها في منطقة سكاكا نحو ٤٦١ بئرا منتجة وفي منطقة تبوك نحو ٥٠ بئرا منتجة . وتبين من التقييم أن ٢٤ منتجة من مجموع الآبار المدروسة في منطقة تبوك عبارة عن آبار ضحلة ، ٢٦ منها يتراوح عمقها بين ١٠٠ ـ ٢٥٠ م . ويتراوح تصريف المياه في تسعة آبار بمنطقة تبوك ما بين ٥ر٠ ـ ١٨ لتر / ثانية .

انتاج المياه الجوفية :

قدر انتاج المياه الجوفية في حوض النفود الكبير عام ١٩٢٩ م بنحو ٣٢ مليون م٣ . وكان انتاج اقليم القصيم في ذلك العام نحو ١٢ مليون م٣ ، أي ٣٨ ٪ من مياه الحوض ، وانتاج بقية أقاليم الحوض نحو ٢٠ مليون م٣ . وفي أواخر الثلاثينات قدر الانتاج السنوي للمياه الجوفية في الحوض بنحو ٤٠ مليون متر مكعب. وفي أواخر الاربعينات ارتفع الانتاج السنوي الى نحو ١١٥ مليون م٣ منها ٧٥ مليون م٣ من انتاج القصيم أي ٦٥ ٪ من انتاج الحوض ، والباقي من انتاج الأقاليم الاخرى للحوض ، ويرجع الفضل في الزيادة الكبيرة التي حققها الانتاج في أواخر الاربعينات الى استعمال الحفارات الميكانيكية واستعمال الماكينات (الموتورات) في سحب المياه الجوفية من الآبار .

ونظرا لتزايد معدلات استخراج المياه الجوفية منذ عام ١٩٥٢ م ، فقد طرأ هبوط على مستويات المياه في الخزانات الجوفية السطحية ، الامر الذي استدعي معه تعميق بعض الآبار للوصول بها الى الخزانات الجوفية العميقة وأصبح في الامكان بفضل استخدام الحفارات الحديثة سواء في تعميق الآبار المحفورة أصلا أو في حفر آبار جديدة ، للوصول الى أعماق تزيد على ١٠٠٠ م وكانت النتيجة حدوث تطور سريع في زيادة انتاج المياه الجوفية ، بحيث وصل متوسط الانتاج السنوي في أوائل الستينات الى أكثر من ٢٠٠ مليون م٣ من المياه ، وكان نصيب اقليم القصيم من هذا الانتاج نحو ١٥٠ مليون م٣ في السنة . وتجدر الاشارة الى أن تدفق المياه من الآبار الارتوازية في اقليمي القصيم والجوف كان عاملا هاما من عوامل زيادة انتاج المياه الجوفية .

وفي أواخر الستينات قدر متوسط الانتاج السنوي للمياه الجوفية في الحوض بنحو ٢١١ مليون م٣ ، وكانت ثلاثة أرباع هذه الكمية المنتجة من نصيب اقليم القصيم . ومنذ ذلك الوقت أخذ الانتاج يستقر في القصيم على ما هو عليه ، بينما استمر يتزايد ببطء في المناطق الاخرى . ويعود السبب في هذا الاستقرار النسبي ،

وفي تلك الزيادة البطيئة الى الحد من استخراج مياه الآبار واغلاق بعض الآبار التي لا تدعو الحاجة الى استغلالها ، أو التي لم تعد صالحة للاستعمال · ويقدر متوسط الانتاج السنوي للمياه الجوفية في السبعينات بحوالي ٢٢٥ مليون م٣ · تنتج منطقة بريدة ٤٤ر٥ ٪ من مجموع الانتاج السنوي للمياه وبذلك فهي تتمتع بالمكانة الاولى في الحوض من ناحية انتاج المياه ، وقد جعلتها هذه المكانة المتفوقة القلب الزراعي والعاصمة الادارية لاقليم القصيم وتنتــج مناطق شرق بريدة ٢٠ر٥ ٪ مــن انتاج الحوض وانتجت منطقة العمار ١١ ٪ مــن المجموع ومنطقة الجوف ٦ ٪ ، وسكاكا ٤ر٥ ٪ ، وبقية مناطق الحوض ١٣ر٥ ٪ (٢) ·

وتتفاوت انتاجية البئر الواحدة من جهة لأخرى حسب نوع التكوين الجيولوجي الذي تستمد منه مياهها ، وحسب عمق البئر وعمره ، بالاضافة الى كثافة الآبار في المنطقة ومقادير الضخ منها والظروف المناخية السائدة ؛ فانتاجية البئر العميقة أكثر من انتاجية البئر الضحلة بصفة عامة ، وانتاجية البئر الحديثة أكثر من انتاجية البئر القديمة أيضا ، كما ان انتاجية البئر في المناطق المكتظة بالآبار أقل من انتاجية البئر في المناطق شبه الخالية منها · وتنعكس كمية السحب من مياه البئر على انتاجيته على المدى البعيد فالسحب المتواصل من مياه الآبار وبكميات كبيرة يؤدي بمرور الوقت الى الجور عليهــا واستنزافها لأنــه لا تترك الفرصة للأمطار القليلة في الحوض أن تعوض ما استنزف من الخزانات الجوفية ، فالفترة التي يحتاج اليها الخزان الجوفي لتغذيته بكميات كافية من مياه الامطار أطول بكثير من الفترة التي يتم فيها استخراج المياه من هذه الخزانات ·

تدل الدراسات الحديثة التــي أجريت لبعض الآبار التــي تستمد مياهها من تكوينات جيولوجية منتجة للمياه الجوفية ، بأن انتاجية البئر للمياه تختلف حسب نوع التكوين وحسب الاقليم (٣) · فمتوسط ما تنتجه البئر التي تستمد مياهها من تكوينات الساق في اقليم القصيم يبلغ ٥٠٠ غالــون في الدقيقة ، بينما ينخفض هذا المتوسط من تكوينات تبوك في الاقليم نفسه الى ٢٠٠ غالون في الدقيقة · أما البئر التي تتزود بالمياه من الخزانات الجوفية في تكوينات الساق باقليم تبوك فان متوسط انتاجها يبلغ ٣٠٠ غالون في الدقيقة · ومتوسط انتــاج البئر المحفورة في تكوينات سكاكا باقليم سكاكا لا يزيد عن ٣٠٠ غالون في الدقيقة · كما أن متوسط انتاج البئر المحفورة في تكوينات الجــوف باقليم يدنــة في شمالي الحوض يبلــغ ٣٠٠ غالون في الدقيقة أيضا ·

وقد اخترنا عينة من الآبار التي تم حفرها حديثا داخل الحوض لتوضيح مكان البئر ورقمه وتاريخ انتهاء الحفر ، والتكوين المنتج ، وعمقه ومستوى المياه الثابت

والمتغير فيه ، وانتاجه من المياه • وتدل المعلومات المستقاة من ملفات وزارة الزراعة والمياه ، والمتعلقة بآبار العينة ، بأن عمق الآبار يتراوح بين ٥٠ م كما هو الحال في بئر مستشفى العلا رقم (٢٦) ، و ٥ر١٤٢٤ م كما هو الحال في بئر رقم (٢٩) بحارة عفيرة في مدينة عرعر★ • ومن جهة ثانية فان مستوى المياه الثابت يتراوح في الآبار ما بين مستوى يبلغ ٥ر١ م كما هو الحال في البئر رقم (٧٨) في بريدة الى مستوى ١٤٩ م كما هو الحال في البئر رقم (٢٩) بمدينة عرعر • ويتراوح مستوى المياه المتغير ما بين ٥ر٧ م كما هو الحال في البئر رقم (٧٨) بمدينة بريدة و ٥ر١٦١ م كما هو الحال في البئر رقم (٢٩) بمدينة عرعر •

أما الانتاج فانه يتفاوت ما بين الانتاج القليل (أقل من ٣٠٠ غالون / دقيقة كما هو الحال في آبار رقم (٧٠) ببلدة قبام شمال الأسياح ، ورقم (٢٦) ببلدة العلا ، ورقم (٦١) بقرية امثيلان في منطقة السر ، ورقم (٢٩) بمدينة عرعر ورقم (١) بقرية زلوم بمنطقة الجوف ، ورقم (٢٥) بمدينة تيماء • والانتاج المتوسط الذي يتراوح ما بين ٣٠٠ ـ ٥٠٠ غالون / دقيقة تنتجه الآبار رقم (٧٣) بالروغاني في عنيزة ، ورقم (٧٨) في بريدة ، ورقم (١٢١) في بلدة الكهفة ، ورقم (٨) في حارة الاخويا بمدينة تبوك •

أما الانتاج الكبير فهو الذي يزيد عن ٥٠٠ غالون في الدقيقة ، ويدخل في المجموعة ذات الانتاج الكبير البئر رقم (٧١) في عين بن فهيد بمنطقة الأسياح الذي يتميز بمياهه الفوارة وبانتاجه الذي يصل الى ٧٢٦ غالون في الدقيقة •

نوعية المياه المنتجة :

تدل نتائج التحليلات المائية التي أجرتها شركة بارسونز باسل لآبار حوض النفود الكبير عام ١٩٦٧ م ، بأن أكثر من نصف مجموع الآبار في الحوض (٥٢٪) ذو نوعية جيدة ، وان أقل من نصفها (٤٨٪) ذو نوعية رديئة وتؤكد هذه النتائج

★ يتراوح متوسط عمق الآبار المحفورة في تكوينات الساق وتبوك بالقصيم ما بين ٦٥٠ ـ ٧٠٠ م وما بين ٢٥٠ ـ ٣٠٠ م على التوالي • كما يبلغ متوسط عمق الآبار المحفورة في تكوينات الساق بمنطقة تبوك حوالي ٤٠٠ م ، والمحفورة في تكوينات سكاكا بمنطقة سكاكا نحو ٢٥٠ م ، والمحفورة في تكوينات الجوف بمنطقة بدنة نحو ١٤٠٠ م •

أرقام درجات التوصيل الكهربائي للعينات المائية التي أجريت عليها التحليلات • فالأرقام تدل على أن درجة التوصيل الكهربائي لنحو ٤٨٪ من المياه المنتجة تزيد على ٢٥٠٠ مايكروموس / سم ، وهو الحد الذي يفصل بين المياه الرديئة النوعية والجيدة • كما تدل أيضا على أن ٢٤٪ من هذه المياه ، أي نصف المياه الرديئة هو من نوع رديء جدا •

ومن جهة ثانية فا نالمياه المنتجة ذات النوعية الجيدة ، تتفاوت فيما بينها ، ذلك أن ٣٦٪ منها ذات توصيل كهربائي يقل على ١٥٠٠ مايكروموس / سم ، وان ١٧٪ منها ذات توصيل كهربائي يقل عن ١٠٠٠ مايكروموس / سم أي انها صالحة للاستعمال في الري والاغراض المنزلية •

ان التوزيع الجغرافي للميا ءالجوفية المنتجة حسب نوعيتها على أقاليم الحوض يدل على أن ٤٣٪ من المياه المنتجة في اقليم القصيم (بريدة ـ عنيزة) تعاني من ارتفاع ملوحتها ، لأن درجة التوصيل الكهربائي فيها تزيد على ٢٥٠٠ مايكروموس/ سم • واكثر المياه ملوحة في القصيم ما ينتجه شرقي بريدة حيث نجد أن ٧١٪ من المياه المنتجة تزيد درجة التوصيل الكهربائي فيها عن ٢٥٠٠ مايكروموس / سم ، بينما تقل هذه النسبة في منطقة المسار في جنوب القصيم الى ٦١٪ من المياه المنتجة •

وعلى طول امتداد وادي السرحان نجد أن نسبة انتاج النوعية الرديئة من المياه أعلى منها في اقليم القصيم ، وذلك اذا استثنينا الجزء الجنوبي من الوادي حيث تتحسن نوعية المياه كثيرا • كما تتحسن أيضا في الجهة الشرقية اتجاه الجوف وسكاكا حيث تنتج منطقة الجوف جميع مياهها المستخرجة من تكوينات الجوف بدرجة توصيل كهربائي يقل عن ١٠٠٠ مايكروموس / سم كما تنتج منطقة سكاكا نوعا جيدا من المياه المستخرجة من تكوينات حجر رملي سكاكا بدرجة توصيل كهربائي يقل عادة عن ١٥٠٠ مايكروموس / سم • وعلى العموم فان اقليم الجوف ـ سكاكا ينتج أكثر من خمس مياهه (٢٢٪) بنوعية مالحة تزيد فيها درجة التوصيل الكهربائي عن ٢٥٠٠ مايكروموس / سم •

أما تكوينات الساق وتبوك في الجزء الغربي من الحوض فانها تعطي مياها ذات نوعية جيدة • ففي منطقة تبوك نجد أن ٨٧٪ من المياه المنتجة تقل درجة التوصيل الكهربائي فيها عن ١٥٠٠ مايكروموس / سم ، وان الجزء الأكبر من مياه منطقة تبوك يأتي من الآبار المحفورة حديثا والمجهزة بمضخات توربينية حسنة •

وهكذا نجد أن أقاليم الحوض تتفاوت فيما بينها بالنسبة لنوعية المياه الجوفية المستخرجة من آبارها ولا شك أن درجة التوصيل الكهربائي للمياه تتفاوت حسب نوع التكوين الجيولوجي المنتج لهذه المياه ٠ فمتوسط درجات التوصيل الكهربائي للمياه المستخرجة من تكوينات الساق في منطقة بريدة (القصيم) يبلغ ١١٠٠ مايكروموس/ سم ، ومتوسط تلك المستخرجة من تكوينات تبوك في المنطقة نفسها يبلغ ١٠٧٠ مايكروموس / سم وتستخرج معظم المياه شديدة الملوحة في القصيم من تكوينات خف ، ومن التكوينات الطموية المنتمية للزمن الرابع في المنخفضات ٠ غير انه يمكن الاستفادة من هذه المياه المالحة بعد مزجها بالمياه العذبة ٠ وفي منطقة تبوك يبلغ متوسط درجات التوصيل الكهربائي للمياه المستخرجة من تكوينات الساق نحو ٧٠٠ مايكروموس / سم بينما يبلغ هذا المتوسط نحو ٩٢٠ مايكروموس / سم في المياه المستخرجة من تكوينات سكاكا ، بمنطقة سكاكا ٠ ويرتفع الى ١١٨٠ مايكروموس / سم في المياه المستخرجة من تكوينات الجوف بمنطقة بدنة قرب الحدود الشمالية الشرقية للحوض ٠ وفي وادي السرحان تزيد درجة التوصيل الكهربائي لما يقرب من ثلثي مياه الآبار الضحلة المحفورة باليد والمستخرجة من تكوينات المارل ـ البليوسيني والحجر الرملي الكلسي ، تزيد في المتوسط عن ٢٥٠٠ مايكروموس / أي أنها مياه مالحة ٠

بالاضافة الى ما سبق ذكره من نتائج التحليلات التي توصلت اليها شركة بارسونز باسل أثناء عملية المسح الميداني لآبار المياه داخل حوض النفود الكبير ، يمكن أن نضيف نتائج التحليلات التي أجرتها وزارة الزراعة في أوائل السبعينات لبعض الآبار داخل الحوض ٠ وقد اخترنا عينة تضم ٥٢ بئرا وحصلنا على درجات التوصيل الكهربائي لمياه آبار العينة من ملفات وزارة الزراعة والمياه ٠ كما اخترنا عينة أخرى تضم ٤٠ بئرا وحصلنا على قيم مجموع الأملاح المذابة في المياه من المصدر نفسه ، وتم تصنيف المياه الى فئات كالتالي :

اولا : درجة التوصيل الكهربائي (الوحدة بالمايكروموس / سم عند درجة حرارة ٢٥ م)

الاقليم	٥٠١-١٠٠٠	١٠٠١-١٥٠٠	١٥٠١-٢٠٠٠	٢٠٠١-٢٥٠٠	+٢٥٠٠	المجموع
(الاقليم الجنوبي) اقليم شرق حائل والقصيم	١١	١٤	٤	٢	٣	٣٤ بئرا
الاقليم الشمالي والغربي (بقية أجزاء الحوض)	٩	٤	٢	١	٢	١٨ بئرا
مجموع آبار العينة في الحوض	٢٠	١٨	٦	٣	٥	٥٢ بئرا

ثانيا : مجموع الأملاح المذابة (الوحدة جزء لكل مليون جزء)

الاقليم	١-٥٠٠	٥٠١-١٠٠٠	١٠٠١-١٥٠٠	١٥٠١-٢٠٠٠	+٢٠٠٠	المجموع
(الاقليم الجنوبي) اقليم شرق حائل والقصيم	٦	١٢	٤	٢	٣	٢٧ بئرا
الاقليم الشمالي والغربي (بقية أجزاء الحوض)	٤	٥	٢	١	١	١٣ بئرا
مجموع آبار العينة في الحوض	١٠	١٧	٦	٣	٤	٤٠ بئرا

يتبين لنا من الجدولين ان ما يتراوح بين ثلثي وثلاثة أرباع الابار في العينة المأخوذة من معظم أجزاء الحوض ذات نسبة أملاح قليلة في مياهها الأمر الذي ينعكس على نوعية المياه المختارة فيها - وفي المقابل تقل الآبار ذات المياه الرديئة حيث تمثل نسبتها في العينة حوالي عشر مجموع آبار العينة ٠ أما بقية ابار العينة فهي ذات نوعيات تتراوح مياهها بين المقبولة والجيدة ٠

ويمكن أن نستنتج أيضا بأن الاقليم الجنوبي من الحوض ، وهو الواقع الى الجنوب من صحراء النفود ، والمشتمل على اقليمي شرق حائل والقصيم يشتمل على آبار ذات نوعيات مياه مشابهة للنوعيات الموجودة في الحوض بصفة عامة ، كما ان نسب فئات المياه فيه مقاربة للنسب العامة في الحوض ٠

الخواص الكيميائية للمياه الجوفية :

(ا) العناصر الكيميائية المؤثرة على استعمال المياه :

الكالسيوم والمغنيسيوم :

هما عنصران شائعان في كل المياه الجوفية داخل الحوض ، والكالسيوم اكثر شيوعا حيث يؤلف ما بين ٢٠ ـ ٤٠ / من مجموع الكاتيونات مع انه يمثل ربع الكاتيونات تقريبا في مياه الخزانات الجوفية لتكوينات الجوف وتبوك والساق وسكاكا في الاجزاء الشمالية والشرقية من الحوض ويساهم الكالسيوم والمغنيسيوم بدور رئيسي في عسر المياه الطبيعية ٠

الصوديوم والبوتاسيوم :

هما معا من أكثر الكاتيونات وفرة في المياه الجوفية بالحوض ، علما بأن محتوى الصوديوم يزيد على محتوى البوتاسيوم في المياه ٠ وعندما تزيد نسبة الصوديوم الى مجموع الكاتيونات في المياه عن ٥٠ / فان التربة المروية بمثل هذه المياه تمتص الصوديوم بدلا من الكالسيوم والمغنيسيوم ، الأمر الذي يقلل من نفاذية التربة ٠ وتتراوح درجة خطورة الصوديوم في معظم مياه الحوض ما بين منخفضة الى متوسطة٠

البيكربونات والكربونات :

ان البيكربونات هي اقل الانيونات في مياه الحوض ، اذ انها تؤلف نسبة تتراوح ما بين ١٠ ـ ٣٠ / من مجموع الانيونات في معظم المياه . وتركز البيكربونات والكربونات في المياه التي يتوافر بها الصوديوم بسبب ظهور القلوية الطبيعية في المياه الجوفية .

الكبريتات :

يوجد الجبس في عدد من التكوينات الرسوبية في الحوض . ونظرا لقابليته للذوبان في المياه ، فان الكبريتات المذابة من الجبس هي الانيون الشائع في المياه الجوفية . وتؤلف نسبة تتراوح ما بين ٢٠ ـ ٤٠ / من مجموع الأنيونات في معظم المياه .

الكلوريد :

ان أنيون الكلوريد هو من أكثر الأنيونات وفرة في المياه الجوفية . اذ يؤلف نسبة تتراوح بين ٤٠ ـ ٧٠ ٪ من مجموع الأنيونات في مياه تكوينات الساق وتبوك، والكلوريد أنيون رئيسي أو ثانوي في المياه الاخرى .

الفلوريد :

بالرغم من وجود الفلوريد بكميات قليلة جدا بصفة عامة في المياه الجوفية الا ان وجوده يسبب تسوسا في أسنان الاطفال أثناء سنوات نمو الأسنان (التسنين) ، اذا وجد بنسبة تزيد على ٠ر٧ ملغرام لكل لتر من المياه . وتتراوح كمية الفلوريد في مياه الحوض التي أجريت لها تحليلات ما بين ٠ر١٢ ـ ٢ر٩٠ ملغرام / لتر . وعلى العموم فان معظم مياه الحوض الصالحة للشرب تحتوي على كمية من الفلوريد تقل عن ٠ر٧ ملغرام / لتر . وبالرغم من ذلك فان عددا من الآبار في وادي السرحان تنتج مياها تحتوي على كمية من الفلوريد تزيد عن ١ ملغرام / لتر .

النترات :

تحتوي مياه معظم العينات المائية في الحوض على اقل من ٤٥ ملغرام / لتر من النترات ، مع ان بعض الابار التي تستمد مياهها من تكوينات الساق وتبوك في

القصيم تحتوي على أكثر من هذه الكمية بالاضافة الى احتوائها على كميات زائدة من المعادن المذابة . وتجدر الاشارة الى أن زيادة النترات في المياه عن الحد المطلوب تسبب بعض الأمراض عند الأطفال اذا استهلكت المياه بكميات كبيرة .

البورون :

مع أن وجود البورون ضروري لنمو النبات ، الا انه يصبح ساما اذا وجد بكميات تزيد عما يتطلبه النبات .

السيليكا :

تحتوي معظم المياه الجوفية على أقل من ٣٠ ملغرام / لتر من السيليكا في العينات المأخوذة من مياه آبار الحوض ما بين ٨ ـ ٢٥ ملغرام / لتر بمتوسط يبلغ ١٦ ملغرام في اللتر .

الحديد :

اذا احتوت المياه ذات القلوية الضعيفة على اكثر من ٥ر٠ ملغرام / لتر من الحديد كما هو الحال في مياه الحوض ، فان الزائد منه يترسب على شكل اكسيد حديد ، ويكون رواسب . وتتراوح كمية الحديد في عينات مياه الحوض ما بين أقل من ٢٠ر٠ ــ ٦ر٣٣ ملغرام / لتر ، مع أن معظم العينات تحتوي على كمية أقل من ٥ر٠ ملغرام / لتر .

عسر المياه :

تعتبر درجة عسر المياه عاملا هاما في تقرير صلاحية المياه للأغراض ، المنزلية والبلدية بسبب تأثيرها على الصابون . ان المياه المحتوية على أكثر من ٢٠٠ ملغرام / لتر من المواد الصلبة مثل كربونات الكالسيوم تعد غير عسرة ، أما تلك التي تحتوي على أكثر من ٢٠٠ ملغرام / لتر فانها تعد عسرة . وعلى أساس هذا التحديد فان معظم المياه في الحوض تعد عسرة أو عسرة جدا .

(٢) الخواص الكيميائية لخزانات المياه الجوفية :

حصلت معظم الخزانات الجوفية المائية الأرتوازية الرئيسية في الحوض على تغذيتها المائية المباشرة من مياه الأمطار خلال أواخر عصر البليوستوسين . لذا فان الخواص الكيميائية ودرجة وجود المعادن في المياه الموجودة في الخزانات السطحية تختلف عن مثيلتها في المياه الموجودة في الخزانات العميقة . فمياه الخزانات العميقة ذات نسبة من المعادن أكثر ارتفاعا من مياه الخزانات السطحية . وقد قامت شركة بارسونز باسل بتحليل اكثر من ٨٥٠ عينة مائية جمعت من الخزانات السطحية والعميقة لمعرفة خواصها الكيميائية .

الخزانات الجوفية السطحية :

تتفاوت خواص المياه في الخزانات السطحية داخل الحوض بسبب اختلاف الاشكال الارضية والتكوينات الجيولوجية والظروف المناخية من جهة لأخرى . وتحتوي المياه في الخزانات السطحية لتكوينات جلة وخف وتبوك وساق وطمى الزمن الرابع على مجموع أملاح ذائبة يتراوح ما بين ١٠٠٠ ملغرام / لتر ، الى أكثر من ١٨,٠٠٠ ملغرام / لتر . وتزيد التركزات المعدنية بصفة عامة عن ١٨٠٠ ملغرام / لتر ، ومن النادر أن تقل هذه التركزات المعدنية في المياه عن ١٢٠٠ ملغرام / لتر . وتغلب على المياه أملاح كلوريد الصوديوم مع أن أملاح كبريتات الصوديوم شائعة في المياه . أما أملاح الكالسيوم فهي موجودة كأيون ثانوي ، وتقل نسبتها في العادة عن ٥٠ / من الصوديوم . ومن النادر أن يزيد المغنيسيوم عن ٤٠ ملغرام / لتر في المياه ، وذلك باستثناء المياه المالحة جدا . أما البيكربونات فيتراوح تركزها في المياه ما بين ١٠٠ ـ ٢٠٠ ملغرام / لتر وقلما تزيد النترات عن ٤٠ ملغرام / لتر .

الخزانات الجوفية العميقة :

القصيـــم :

تتركز المياه الجوفية تحت ضغط هيدروستاتيكي في أربعة تكوينات جيولوجية هي مصادر هامة للمياه في اقليم القصيم وهي تكوينات الجلة من الحجر الرملي والجيري ، تكوينات الخف من الحجر الرملي والحجر الجيري ، حجر رملي تبوك ، وحجر رملي ساق . فتكوينات الجلة تحتوي على مياه ذات نسبة عالية من المعادن

تزيد على ٦٠٠٠ ملغرام / لتر . أما تكوينات خف فانها تتألف من الدولومايت والحجر الجيري ورواسب من الجبس ، لذا فان نسبة المعادن بها عالية وفي الحالات التي يصاحب المياه فيها غاز الميثان داخل هذه التكوينات فان المياه تصبح غير مناسبة للاستعمال الزراعي . ويتراوح مجموع الأملاح المذابة في مياه هذه التكوينات ما بين ٢٠٠٠ ــ ٦٠٠٠ ملغرام / لتر ، وتسود فيها أملاح الصوديوم والكلوريدات ، بينما تكون أملاح الكالسيوم والكبريتات عناصر ثانوية في المياه .

اما تكوينات تبوك فان نسبة كلوريد الصوديوم مرتفعة في مياهها وتحتوي أيضا على كبريتات الصوديوم والكالسيوم والبيكربونات . ويتراوح مجموع الأملاح المذابة فيها ما بين ٦٠٠ ملغرام / لتر الى ٣٥٠٠ ملغرام / لتر . وتزداد الملوحة في المياه كلما اتجهنا نحو الشمال الشرقي حتى تصل الى ٩٠٠ ملغرام / لتر على مسافة ٦ كم الى الشرق من الطرفية . وعلى مسافة ٢٠ كم شرقي الطرفية يزداد ارتفاع الأملاح ليصل الى ٣٥٠٠ ملغرام / لتر . والى الشمال تتزايد نسبة الملوحة كلما اتجهنا نحو الشرق من تكوينات تبوك .

وتقل نسبة المعادن في مياه تكوينات حجر رملي الساق ، غير أن نسبة المعادن في المياه تتفاوت من جهة الى أخرى أكثر من تفاوتها في تكوينات تبوك . ففي الجزء الشمالي من اقليم القصيم وشرقي حائل ، ترتفع نسبة كلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم في المياه المستخرجة من تكوينات الساق . بينما ترتفع نسبة البيكربونات وكبريتات الكالسيوم والصوديوم في المياه المستخرجة من هذه التكوينات خاصة الى الشرق من وادي أبو الكروش (الذي يمر بين فيد والكهفية) . ويسود كلوريد الصوديوم في المياه الى الشرق من تكوينات الساق ، بين وادي الرمة ووادي أبو الكروش . والى الجنوب من وادي الرمة بين النمار والمذنب تحتوي المياه على أملاح تقل في مجموعها عن ٥٠٠ ملغرام / لتر الا أن السيادة فيها لكلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم . وفي منطقة وادي الرشا يسود كلوريد الصوديوم في المياه ، وتتراوح الملوحة ما بين ٣٠٠٠ ــ ١١٠٠٠ ملغرام / لتر . وتقل نسبة المعادن في المياه المستخرجة من تكوينات الساق الى الشمال من وادي الرمة ، ففي شرقي حائل تقل مجموع الأملاح في المياه عن ٤٠٠ ملغرام / لتر ، ويصل الى ٧٠٠ ملغرام / لتر قرب الطرفية . والى الشمال من الطرفية في منطقة الأسياح يتراوح مجموع الأملاح في المياه ما بين ٨٠٠ ــ ٩٠٠ ملغرام / لتر . وعلى مسافة ٥٠ كم الى الشمال الشرقي من الأسياح ، ترتفع الأملاح في المياه بشكل كبير ، ففي بعض الآبار الموجودة في قباء وصل مجموع الأملاح المذابة في المياه المستخرجة من تكوينات الساق الى ٢٢٠٠٠ ملغرام / لتر (٤) .

منطقة تبوك :

دلت التحليلات على أن المياه الجوفية المستخرجة من تكوينات الساق وتبوك بمنطقة تبوك في الجزء الغربي من الحوض هي من نوعية ممتازة . فمن النادر أن يزيد مجموع الأملاح المذابة فيها عن ٥٠٠ ملغرام / لتر ، وتسود فيها أملاح مثل كلوريد الكالسيوم والصوديوم ، وبيكربونات الكالسيوم والصوديوم .

وادي السرحان :

يسود كلوريد الصوديوم في المياه المستخرجة من تكوينات طمي الزمن الرابع ، وحجر رملي الميو ـ بليوسين والمارل والعصاشير ، وحجر جيري الأيوسين ، والطباشير ورواسب المارل . وعلى العموم فإن المياه الجوفية في وادي السرحان من أكثر جهات الحوض انحطاطا ، إذ يتراوح مجموع الأملاح المذابة فيها ما بين ٨٠٠ ـ ٤٠٠٠ ملغرام / لتر ، ويبلغ في المتوسط ٢٠٠٠ ملغرام / لتر في المناطق العميقة ، مع أن الملوحة تزداد مع العمق . ويزيد مجموع الأملاح المذابة في المياه المستخرجة من المنخفضات وفي الجهات التي يقترب فيها مستوى المياه الباطني من سطح الارض ، عن ٦٠٠٠ ملغرام / لتر .

ويمكن الحصول على أفضل نوعيات للمياه من رواسب الميو ـ بليوسين ، ومن طمي الزمن الرابع الموجودة في الجهات العليا من الجانب الغربي لوادي السرحان ، وكذلك من الأماكن القريبة من الروافد الرئيسية للوادي حيث تتمتع بتصريف أفضل . وتقل نسبة الأملاح نسبيا في المياه المستخرجة من الآبار المجاورة لطبرجل حيث تحتوي المياه المحللة على أقل من ٢٠٠٠ ملغرام / لتر . وإلى الشمال من عين البيضاء تزداد نسبة الأملاح في المياه الجوفية ، وبخاصة تلك التي تستخرج من رواسب الأيوسين ، حيث تحتوي عادة على أكثر من ٢٠٠٠ ملغرام / لتر .

الجوف ـ سكاكا :

تستخرج مياه جوفية جيدة النوعية من تكوينات الجوف وتبوك بالقرب من الجوف ، حيث يقل مجموع الأملاح المذابة فيها عن ٤٠٠ ملغرام / لتر . وتحتوي المياه في الجوف على خليط من الأملاح المذابة مثل كلوريد الكالسيوم وبيكربونات الصوديوم . وبالقرب من سكاكا تستخرج مياه متفاوتة النوعية من حجر رملي سكاكا . ويتراوح مجموع الأملاح المذابة فيها ما بين ٤٠٠ ـ ٤٠٠٠ ملغرام / لتر ،

علما بأن معظم المياه يتراوح مجموع أملاحها المذابة بين ٦٠٠ – ١٣٠٠ ملغرام / لتر • وترتفع في المياه نسبة أملاح كلوريد الصوديوم وكبريتات الكالسيوم •

(٣) تصنيف المياه الجوفية :

يبين لنا تصنيف المياه فيما يتعلق بنسبة ادمصاص الصوديوم (S. A. R) مدى تأثير الصوديوم المتبادل المتوقع على الظروف الطبيعية للتربة عند استعمال المياه للري • فاذا كانت نسبة الصوديوم في المياه مرتفعة اذا قورنت بنسبة الكالسيوم والمغنيسيوم فان المياه تكون مرتفعة القلوية • وعلى العكس من ذلك ، اذا كانت نسبة الكالسيوم والمغنيسيوم مرتفعة في المياه ، فان مقياس التعادل (PH) يغدو مقتربا من قيمة الحياد وتكون نسبة القلوية طفيفة• وتحدد نسبة ادمصاص الصوديوم (S.A.R.) بالمعادلة التالية :

$$\text{نسبة ادمصاص الصوديوم} = \frac{\text{الصوديوم}}{\sqrt{\dfrac{\text{الكالسيوم} + \text{المغنيسيوم}}{٢}}}$$

حيث تمثل تركزات كل من هذه الأملاح المعدنية في المياه بالملمرام من الكاتيونات لكل لتر من المياه •

ووفقا للتصنيف الأمريكي للمياه يمكن القول بأنه اذا زادت نسبة الصوديوم (S.A R.) عن ٨ يكون صنف المياه متحطا ، واذا انخفضت عن ذلك فان صنف المياه يكون جيدا • وعلى ضوء ذلك راعت الطريقة الأمريكية هذه النسبة في تصنيفها للمياه بحيث تتراوح أصناف المياه ما بين S1 – C1 وهو أحسن صنف للمياه ويستعمل لجميع الاغراض بدون تحفظ لانخفاض نسبة الكلوريد والصوديوم فيه ، و S4 – C4 وهو أسوأ صنف للمياه ، ولا يستعمل الا في حالات نادرة لارتفاع نسبة الكلوريد والصوديوم فيه •

ان معظم المياه الجوفية السطحية الصحة في اقليم القصيم تصنف ضمن أصناف المياه S2 – C4 أو S3 – C4 وهي الأصناف التي تعاني من أخطار الملوحة المرتفعة في مياهها ، ومن وجود خطورة صوديوم تتراوح ما بين متوسطة الى مرتفعة• أما المياه الجوفية الممتدة في منطقة مساحتها ٣٥ كم٢ شرقي بريدة فانها تدخل ضمن

أصناف المياه C3 – S1 و C3 – S2 وهي الاصناف التي تتراوح فيها خطورة الملوحة ما بين خطورة متوسطة الى مرتفعة . ان أكثر مصادر المياه ملائمة للري في اقليم القصيم ، هي الخزانات الجوفية العميقة الموجودة في تكوينات الساق وتبوك . فمياه تكوينات الساق تصنف على وجه العموم ضمن صنف C3 – S1 بمعنى أنها ذات ملوحة مرتفعة وخطورة صوديوم منخفضة ، ومياه تكوينات تبوك تصنف تصنيفا مشابها لمصنف مياه تكوينات الساق مع فارق بسيط وهو أن أخطار الملوحة والصوديوم تكون أحيانا أكثر ارتفاعا نوعا ما من مثيلتها في تكوينات الساق .

وفي شمال غربي الحجاز في منطقة العلا — مدائن صالح تتفاوت أصناف المياه الجوفية وفقا لتفاوت التكوينات الحاملة للمياه . فالمياه المستخرجة من طمي الزمن الرابع متفاوتة الاصناف ، وان كان يغلب عليها صنف C4 – S3 أي أن نسبة الملوحة والصوديوم فيها مرتفعة . والمياه المستخرجة من تكوينات كل من الساق وتبوك يغلب عليها صنف C2 – S1 أي انها ذات نوعية جيدة لانخفاض خطورة الملوحة والصوديوم فيها الى حد كبير . ولحسن حظ المنطقة فان هذا الصنف من المياه يتوافر بكميات محترمة كبيرة .

الأردن
المراكز الحضرية
في منطقة حوض السعودية الرسوبي الكبير
(المنطقة الأولى)

ومعظم المياه الجوفية في الجزء الغربي من الحوض حول تبوك ذات أصناف متشابهة ، اذ تنتج تكوينات ساق وتبوك مياها ذات صنف C2 – S1 وهو صنف جيد تقل فيه خطورة الملوحة والصوديوم . غير أن تكوينات طبقي الربع الرابع تنتج أصنافا جيدة من المياه الى جانب الاصناف الرديئة . أما بالنسبة للدلالة على أصناف المياه في وادي السرحان وبخاصة في المنطقة الممتدة بين طبرجل والقريات فانه صنف C3 – S2 ، ويتميز هذا الصنف من المياه بارتفاع ملوحته ووجود خطورة صوديوم بدرجة متوسطة في المياه . وفي المنطقة الممتدة في وادي السرحان بين عين البيضاء وطبرجل تتوافر فيها المياه ذات أصناف C3 – S1 و C3 – S2 أي أن خطورة الملوحة فيها عالية مع بقاء خطورة الصوديوم فيها متراوحة بين المنخفضة والمتوسطة . وينطبق على المياه الجوفية شمال عين البيضاء الصنف C4 – S2 ، وهو صنف رديء من المياه لارتفاع ملوحته ووجود خطورة صوديوم فيه بدرجة متوسطة .

وفي منطقة الجوف تستخرج من الخزانات الجوفية العميقة لتكوينات الجوف وتبوك مياه ذات صنف C2 – S1 وتعد هذه المياه من النوعيات الجيدة بل انها من أحسن نوعيات المياه في حوض النفود الكبير . وينطبق على المياه المستخرجة من الخزانات الجوفية العميقة لتكوينات حجر رملي سكاكا بالقرب من سكاكا ينطبق عليها صنف C3 – S1 ، أي أن ملوحتها مرتفعة بشكل قليل ونسبة الصوديوم فيها منخفضة . وهناك نسبة صغيرة من المياه العميقة المستخرجة من منطقة سكاكا تنتمي لصنفي C3 – S2 و C4 – S2 وهي أقل جودة لارتفاع ملوحتها ولوجود خطورة صوديوم فيها بدرجة متوسطة .

وتحتوي مياه الآبار الضحلة المحفورة في وادي عرعر الى الشمال الشرقي من بلدة عرعر على أملاح مذابة تتراوح كميتها بين ٢٥٠ ــ ٢٨٠ مليغرام / لتر . وتدخل هذه المياه في صنف C2 S1 أي تتميز بملوحة متوسطة وبصوديوم منخفض . وقد أوضحت العينات المأخوذة من أربع آبار منتجة تحصل على مياهها من تكوينات العرمة في عرعر ، وجديدة عرعر ، ومنطقة الحدود مع الاردن وقليبات أم خنصر ، بانها تحتوي على أملاح تتراوح مقاديرها بين ١٤٥٠ ــ ١٨٢٠ مليغرام / لتر . وتنتمي مياه هذه الآبار الأربعة لصنف C3 - S1 الذي يتميز بملوحة مرتفعة وصوديوم منخفض . أما بئر عرعر العميق الذي تكمن مياهه في تكوينات الجوف ، على عمق يتراوح بين ١٣١٦ ــ ١٣٧٢ م فتحتوي مياهه على ٧٤٠ مليغرام / لتر من الأملاح وتنتمي الى صنف C3 – S1 ذي الملوحة المتوسطة والصوديوم المنخفض .

اغراض استعمالات المياه :

تستعمل المياه الجوفية لأغراض متعددة داخل حوض النفود الكبير أهمها ري الأراضي الزراعية ، وللأغراض المنزلية البلدية والقروية ولشرب الحيوانات ويوضح الجدول التالي تقدير توزيع استهلاك المياه الجوفية في الحوض على الاستعمالات المتعلقة

الاستعمال	الكمية بملايين الأمتار المكعبة	النسبة المئوية
ري الأراضي الزراعية	١٦٥	٧٣ر٣٪
الأغراض المنزلية والبلدية	١٩	٨ر٥ ٪
شرب الحيوانات	٣	١ر٣ ٪
استعمال غير مفيد	٣٨	١٦ر٩٪
المجموع	٢٢٥	١٠٠٪

سبق أن ذكرنا أن الحوض ينتج حاليا نحو ٢٢٥ مليون متر مكعب من المياه الجوفية ، ويتوزع استهلاكها على الاستعمالات المذكورة أعلاه على النحو التالي

أ ـ استعمال المياه لري الأراضي الزراعية :

يبلغ مجموع الأراضي المزروعة في الحوض حوالي ١ ٠٥٠ ٠٠٠ دونم في سنة ١٩٧٤ (٥) • ويزرع زراعة دائمة نحو سبع هذه المساحة ويزرع الباقي زراعة مؤقتة وإذا افترضنا أن متوسط ما يحتاجه الدونم الواحد من الزراعة الدائمة من المياه لريه خلال العام ٤٠٠ م^{٣} وأن متوسط ما يحتاجه الدونم من النوع الثاني نحو ربع ما يحتاجه الأول ، فمعنى ذلك أن الأراضي المروية تحتاج لحوالي ١٦٥ م^{٣} من المياه سنويا • والحقيقة أن الأراضي المروية تستهلك أكثر من هذه الكمية التي تحتاج إليها • ويعود السبب في ذلك إلى تبذير المزارعين للمياه وجهلهم بكميات الري

المطلوبة وبطرق الري الأكثر ملائمة لأراضيهم وبأوقات الري الأكثر مناسبة لمحاصيلهم ، ونتيجة تدفق مياه بعض الآبار دون استغلالها . ومن ناحية أخرى قدرت كفاية الري بنسبة ٢٥ / فقط . وهذا يعني أن كل ٤ م٣ من المياه يستفاد منها بمتر مكعب واحد في الري فقط ، وهي الكمية المستهلكة من قبل المحاصيل بكفاية ، ويفقد ٣ م٣ منها بدون فائدة ، الأمر الذي يسبب مشكلة الصرف .

تتركز معظم الأراضي الزراعية عامة والمروية خاصة في اقليم القصيم ، اذ يستأثر هذا الاقليم لوحده بحوالي مليون دونم من الأراضي المزروعة في الحوض . ومن الطبيعي أيضا أن يكون من أكثر الأقاليم في الحوض انتاجا للمياه الجوفية واستهلاكا لها .

وقد زاد استهلاك الحوض بصفة عامة للمياه الجوفية في السنوات الاخيرة بسبب التوسع في الزراعة أفقيا وعموديا . وارتفع الاستهلاك من ١٣٧ مليون م٣ سنويا في الستينات (٦٥ / من الانتاج) الى حوالي ١٥٦ مليون م٣ سنويا في السبعينات (٦٩ / من الانتاج) ولا يزال الحوض يخسر كميات من المياه الجوفية المفقودة بدون الانتفاع منها . وبالرغم من ذلك فقد تناقصت كميات المياه المفقودة بلا فائدة منها من ٥٩ مليون م٣ سنويا في الستينات ، أو ما يعادل ٢٨ / من مجموع انتاج الحوض للمياه الجوفية ، الى حوالي ٣٨ مليون م٣ سنويا في السبعينات ، أو ما يعادل ١٧ / من مجموع الانتاج . وتبشر ظاهرة التناقص في الكميات المائية المفقودة بمستقبل زاهر للزراعة في الحوض لأن الاستفادة من كل قطرة مياه في هذا الاقليم الصحراوي يمكن أن تنعكس على زيادة الانتاج الزراعي فيه .

وتستعمل المياه الجوفية في ري المحاصيل الزراعية الصيفية بصورة رئيسية وأساسية ، بينما تستعمل في ري المحاصيل الزراعية الشتوية بصورة ثانوية . وتروى أيضا بهذه المياه بعض المحاصيل الزراعية الدائمة كالحمضيات والعنب والنخيل . وقد يزرع نفس المحصول الواحد ، كبعض أنواع الخضار مثلا ، خلال الشتاء والصيف . ولا شك أن متطلباته المائية في الشتاء أقل بكثير من متطلباته في الصيف ، حيث تقدر المتطلبات المائية شتاء بحوالي خمس المتطلبات المائية صيفا . ويوضح الجدول التالي المتطلبات المائية لبعض المحاصيل الزراعية المختارة في الحوض بالمليمتر ، وذلك على افتراض كفاية ري تبلغ ١٠٠ ٪ (٦) .

الشهر	حشيشة (رودس (العالفا)	القمح	الشعير
يناير	٤٠	٧٢	٦٨
فبراير	٧١	٩٢	٨٦
مارس	١٤٤	١٢٧	١١٨
ابريل	١٦٢	١٢٣	٩٥
مايو	٢٣٦	١٣٧	٨٧
يونيه	٢٦٤	—	—
يوليه	٢٧١	—	—
اغسطس	٢٤٦	—	—
سبتمبر	١٧٩	—	—
أكتوبر	١٨٤	—	—
نوفمبر	١٠٢	٥٣	٧٣
ديسمبر	٥٧	٦١	٧٦
المجموع السنوي	١٩٥٦	٦٦٥	٦٠٣

وتظهر الاحصاءات زيادة هائلة جد في مساحة الأراضي الزراعية المروية في قصيم حوض السعود في السنوات الاخيرة ، الامر الذي يفسر بعضاً الاحصائيات اذ تبين عمليات المسح التي أجرتها شركة بارسونس بازل سنة ١٩٦٧ م وجود ٢٩٢٠٠٠ دونم في القصيم و ٢٩٢٠ دونم في الجوف ــ سكاك و ١٢٣٠٠ دونم في وادي السرحان و ٤٠٠٠ دونم في تبوك ــ فتكون مجموع مساحة منطقة الحوض ٣٣٧٥٥٠ دونم (٧) ، اي مرة وثلث المساحة المتعلقة بسنة ١٩٧٤/٣٧ م . وهذا التوسع لا يمكن أن يتم خلال ست سنوات . ويتضح من الارقام أيضاً أن معظم الزيادة حصلت في منطقة القصيم في حين أن توسع المساحة في الجهات الاخرى قد يكون معقولاً .

وفي ١٩٧٤/٣٧ م توزعت الحيازات الزراعية والمساحات الزراعية في منطقة الحوض خارج القصيم على النحو التالي

ـ في امارة تبوك ٨٣٤ حيازة زراعية كان مجموع مساحتها ١٥٥٦٤ دونما منها في امارة تبوك المزرعة ٣٦٩ حيازة مساحتها ١٣٥٦٣ دونما ويروى من هذه الحيازات بالآبار الأرتوازية ٢٣٤ حيازة ، وبمياه الابار اليدوية ١٣٥ حيازة . وبمياه العيون ٥ حيازات (وباقي الحيزات في امارة تبوك خارج منطقة الحوض) .

ـ في امارة الجوف ١٤٥١ حيازة زراعية كان مجموع مساحتها ١٤٥١١ دونما ، (يعتمد ٧١٩ حيازة منها على الآبار الأرتوازية و ٣٦٧ حيازة على الابار اليدوية و ٣٦٥ حيازة على العيون) منها ١٣٠٥ حيازة في سكاكا مساحتها ١٢٩٩٠ دونما و ٣٣ حيازة في السك أبو قصير مساحتها ١١٥ دونما و ١١٣ حيازة في طبرجل مساحتها ١٤٠٦ دونما .

ـ في امارة القريات ١٩١ حيازة زراعية مساحتها ٢٩٥٨ دونما منها ٥ حيازات تعتمد على الآبار الأرتوازية و ١٥٤ حيازة تعتمد على الابار اليدوية و ٣١ حيازة تعتمد على العيون (٨) .

ب ـ استعمالات المياه للأغراض المنزلية والبلدية :

هناك آبار قليلة جدا تستعمل خصيصا للأغراض المنزلية ، فمعظم الآبار تستعمل بالاضافة الى الأغراض المنزلية في أغراض الري وشرب الحيوانات . يبلغ عدد سكان حوض [illegible] الكبير وفقا لتعداد عام ١٩٧٤ م نحو ثلاثة أرباع المليون نسمة . وعلى افتراض أن متوسط ما يستهلكه الفرد من مياه في الحوض يبلغ ٧٠ لتر (٠٫٠٧ م٣) في اليوم [illegible] مجموع الاستهلاك السنوي للأغراض المنزلية والبلدية يصل الى ١٩ مليون متر مكعب [illegible] ٥ ٨ / من مجموع [illegible] للمياه [illegible] للمياه في المدن والقرى [illegible] السكان زيادة سريعة خلال [illegible] العمراني بزيادة المباني ، الأمر الذي [illegible] البرامج لايصال المياه الى [illegible] حاجات سكان المدن لاستهلاك المياه .

واذا قدرنا متوسط الاستهلاك اليومي [illegible] من الماء للفرد بحوالي ١٠٠ لتر (٠٫١ م٣) فان سكان [illegible] في الحوض يستهلكون من المياه سنويا كالتالي :

تبوك ٧ر٢ مليون م٣ ، بريدة ٥ر٢ مليون م٣ ، عنيزة ٢ مليون م٣ الجوف ١ مليون م٣ ، سكاكا ٧٥ر٠ مليون م٣ ، عرعر ٤ر٠ مليون م٣ .

ونظرا لأن اقليم القصيم من أكثر أقاليم الحوض اكتظاظا بالسكان وحيث أن عدد سكانه يقرب من ثلث المليون نسمة فان من الطبيعي أن نجده من أكثر أقاليم الحوض استهلاكا للمياه ، كما انه من أكثر أقاليم الحوض انتاجا للمياه ، وتستعمل معظم آباره لأكثر من غرض في آن واحد .

ج ـ استعمال المياه لشرب الحيوانات :

يقدر عدد مجموعة الابل والابقار والحمير والبغال والخيول في الحوض بحوالي ٢٨ ٠٠٠ رأس ويقدر عدد مجموعة الأغنام والماعز بحوالي ٨٠٠ ٠٠٠ رأس (٩) . واذا افترضنا أن الرأس الواحد من المجموعة الاولى يستهلك ٦٠ لترا (٠٦٠ر٠ م٣) من المياه يوميا ، وأن الرأس الواحد من المجموعة الثانية يستهلك ٨ لترات من المياه يوميا (٠٠٨ر٠ م٣) فمعنى ذلك أن المجموع السنوي لاستهلاك المجموعتين الاولى والثانية من المياه يبلغ ٧ر٠ مليون م٣ و ٣ر٢ مليون م٣ على التوالي . ويصبح المجموع العام لاستهلاك الثروة الحيوانية من المياه حوالي ٣ ملايين م٣ سنويا ، أو ما يعادل ٣ر١ ٪ من انتاج الحوض للمياه الجوفية .

خلاصة القول فان تصنيف المياه على ضوء خصائصها الكيميائية والطبيعية هو أمر ضروري لاستعمال المياه في الغرض الذي يتناسب مع الصنف المتوافر . فأحسن أصناف المياه يمكن أن تستعمل للأغراض المنزلية أولا ثم للزراعة ثانيا ، أي أن الأولوية ينبغي أن تكون للشرب للانسان ومن ثم لمحاصيله الزراعية . ويأتي بعد ذلك شرب الحيوانات أو الصناعة وفقا للغرض المطلوب وحسب الظروف السائدة . ان معظم المياه الجوفية العميقة المستخرجة من تكوينات تبوك والساق في اقليم القصيم وتبوك وشمال غربي الحجاز تصلح لشرب الانسان وللاستعمالات المنزلية عموما . أما المياه المستخرجة من تكوينات جدة وخصوصا في اقليم القصيم فانها غير مناسبة للشرب عموما . وتصلح للشرب معظم المياه العميقة المستخرجة من تكوينات تبوك والجوف وسكاكا بمنطقة الجوف ـ سكاكا ، ولكن المياه المستخرجة من المناطق غير العميقة في هذه التكوينات لا تناسب الشرب كثيرا بسبب احتوائها على نسب عالية من المعادن المذابة . وتحتوي المياه الجوفية المستخرجة من رواسب الزمن الرابع وتكوينات الميو ـ بليوسين في وادي السرحان ، على عناصر معدنية بنسب كبيرة . وبالرغم من

ذلك فان بعض المياه بالقرب من طبرجل وسعودية وعين البيضاء تناسب الى حد ما ، وبشكل مقبول الاستعمال المنزلي .

أما استعمال المياه الجوفية للأغراض الزراعية فان صنف المياه هو الذي يحدد صلاحيتها للري أم لا ، كما أن درجة تحمل المحاصيل المزروعة للملوحة عامل هام أيضا في تقرير نوع المياه المناسب للاستعمال ، بالاضافة الى نوع قوام التربة لما له من علاقة بنفاذية والاحتفاظ بالرطوبة . وعلى العموم فان المياه المحتوية على نسبة منخفضة من الصوديوم يمكن استعمالها في جميع الترب ، مع توقع حدوث ضرر طفيف جدا من جراء استعمال مثل هذه المياه . واذ كانت نسبة الصوديوم مرتفعة في المياه فان الامر يتطلب ادارة خاصة للتربة والمزروعة ، وصرفا جيدا وغسلا وتسميدا بكميات كافية للتربة ، بالاضافة الى اختيار المحاصيل الأكثر تحملا للملوحة .

ونظرا لما تتميز بــه معظم مياه الآبار في الحوض من عسر نسبيا ومن توافر عنصري السيليكا والحديد بنسب كبيرة ، فان معظمها لا يصلح للاستعمال الصناعي الخاص قبل أن تعامل كيميائيا . فاذا تمت معالجتها فانه يمكن استعمالها للأغراض الصناعية . وفي حالة قيام صناعات في الحوض مستقبلا فان نوع الصناعة هو الذي يقرر صنف المياه اللازم لها ، فهناك صناعات تتحمل المياه المالحة ويمكن أن تستفيد منها ، ولكن الصناعات الغذائية عموما تتطلب مياها عذبة .

ان المياه المحتوية علــى أمــلاح تقــل عن ٧٠٠٠ مغرام / لتر تكون مقبولة لاستعمالها لشرب الحيوانات . وكلما زادت الأملاح عن ذلك فان نسبة السموم ترتفع في المياه وتجعلها غير صالحة لشرب الحيوانات . وعلى ضوء نتائج الدراسات التي أجريت في داكوتا الجنوبية بالولايات المتحدة فان معظــم الميــاه الجوفية الموجودة في الخزانات الضحلة والعميقة داخل الحوض تعد مقبولة لاستعمال الحيوانات ، وذلك باستثناء مياه الآبار الضحلة ذات المياه الضاربة للملوحة ، ومياه الآبار المالحة وهي قليــلة .

المحافظة على المياه الجوفية وتنميتها

المياه الجوفية ثروة اقليمية هامــة في الحوض ، كمــا هي ثروة وطنية ثمينة للمملكة السعودية عامة . واذا كانت الامطار قليلــة في الحوض الذي يعــاني من الحرارة والجفاف ، فان الميــاه الجوفية كمصدر طبيعــي يمكــن ان تعوض عن شح الامطار بالمساهمة في تعمير الحوض وتطويره وتنمية موارده الاخرى .

لذا فان المحافظة على المياه الجوفية باستغلالها استغلالا سليما ، وتنميتها بالبحث والتنقيب عن مصادر جديدة للمياه ، هما عملان في غاية الأهمية . وينعكس النجاح في تحقيق هذين العملين على ازدهار الحياة في الحوض نتيجة لتنفيذ مشروعات التنمية الزراعية والرعوية والحيوانية .

يقدر عدد السكان المقيمين في الحوض ما بين مستقرين ومتجولين (بدو رحل) باكثر من ثلاثة ارباع المليون نسمة . ومن المتوقع أن يصل عدد هؤلاء في نهاية القرن العشرين الى نحو ١ر٥٠ مليون نسمة . ان زيادة عدد السكان في المستقبل سيصحبها بلا شك زيادة في استهلاك المياه الجوفية في مختلف المجالات ولا سيما الري . ولضمان تحقيق الاكتفاء الذاتي من المياه في المستقبل ، لا بد من زيادة الانتاج زيادة تواكب نمو المتطلبات الاستهلاكية . ولا يتسنى للسكان تحقيق مثل هذه الزيادة في الانتاج بيسر وسهولة لان التغذية الحالية للخزانات الجوفية لا تعوض كميات المياه المستخرجة منها حسب مستويات الاستهلاك الحالي . فما بالك اذا زاد حجم الاستهلاك في المستقبل . ان النتيجة ستكون تزايدا في عجز الموازنة المائية وفشلا في تحقيق الاكتفاء الذاتي .

ان ما ينتجه الحوض من مياه جوفية في الوقت الحاضر يتفوق على الاستهلاك بدليل ان حوالي ٣٨ مليون م٣ من المياه تضيع سنويا بلا فائدة نتيجة تدفق بعض الآبار بالمياه المتروكة بدون استغلال ، او نتيجة التبذير في استهلاك المياه عبر استعمالاتها المختلفة . من هذا المنطلق تاتي اهمية المحافظة على المياه الجوفية وعدم التفريط في اي قطرة مياه . وان ترك المياه الفائضة عن حاجات الحوض الاستهلاكية في الخزانات الجوفية خير وابقى من الاسراف في استهلاكها بدون فائدة كبيرة . فما يترك من مياه في هذه الخزانات لا يعني انه غير مفيد لوجوده في جوف الارض وعدم استهلاكه ، بل انه يمثل احتياطيا طبيعيا ورصيدا ثمينا من المياه للانتفاع به وقت الحاجة .

ولا تقتصر المحافظة على المياه بعدم الجور في سحب المياه من الآبار فحسب ، بل تتعدى ذلك الى استغلال هذه المياه استغلالا سليما . والاستغلال السليم للمياه يقوم على اساس من الاعتدال بمعنى أن لا نسرف في استعمال المياه ولا نقتر فيه على حساب حاجاتنا ، فلا نستنزفها ولا نبخل في الافادة منها . من هنا ياتي دور الكم في استعمال المياه ، اذ يجب ان نستغل الكمية التي تتناسب مع الظروف المحيطة بنا ،

فالكمية المستغلة في الشتاء يجب ان تكون اقل من تلك المستغلة في الصيف ، والكمية المطلوبة للعضيات يجب أن تكون اكثر من الكمية المطلوبة للغضار ، والكمية المطلوبة للأخيرة اكثر من الكمية المطلوبة للحبوب ، والكمية المطلوبة لري المراعي الطبيعية اقل من الكمية المطلوبة للمحاصيل عموما ٠٠ وهكذا فان لكل محصول متطلباته المائية التي يقررها معامل الاستهلاك المحصولي ٠ ومن جهة اخرى فان قوام التربة يتحكم ايضا في الكمية المطلوبة للري ، فالتربة الرملية تستهلك من المياه كميات اكثر من التربة الطينية ، والتربة الطفلية تحتاج الى كميات متوسطة من المياه ٠ واذا كانت التربة متملحة وتحتاج الى غسل ، فان الكمية التي تحتاجها يجب ان تحسب على اساس مقدار حاجتها للغسل والري معا ٠

ان كفاية الري في العوض لا تزال متدنية نتيجة لكثرة ما يفقد من مياه سدى ٠ وللمحافظة على المياه يجب ان ترفع كفاية الري الى ٧٥ ٪ على الاقل بدلا من نسبتها العالية البالغة ٣٥ ٪ ان الافادة من ٧٥ ٪ من المياه والتغاضي عن ٢٥ ٪ منها للتبخر والتسرب هو امر طبيعي ومتبع في كثير من الاقطار المتقدمة ، اذ ان من المستحيل تحقيق كفاية ري مقدارها ١٠٠ ٪ وان كان من المحتمل الاقتراب من هذه النسبة اذا نجحت سياسة المحافظة على المياه تخطيطا وتطبيقا ٠ وينبغي ان ندرك الفرق بين المتطلبات المائية ومتطلبات الري فالثانية تحتاج الى كمية اكبر بقليل من الاولى لحساب ما يفقد من مياه بفعل التبخر والتسرب اثناء مرور المياه في قنوات الري ٠ ولكفاية الري علاقة بطرق الري وأساليبه ، فاذا اريد الاحتفاظ بكفاية ري عالية في العوض فانه يجب اختيار انجع الطرق واحسن الأساليب المتناسبة مع طبيعة الارض وظروفها المناخية ٠ ويمكن اختيار واحدة من طريقتي الرشاشات والتنقيط ، وكلاهما يوفران كميات من المياه لتفاديهما مشكلة تسرب المياه (١٠) ٠

ولا يقل عامل الكيف اهمية عن عامل الكم ، ونحن نخطط للمحافظة على المياه، بل انهما يرتبطان معا كعاملين رئيسيين في المحافظة عليها ٠ ان الاستنزاف الشديد للمياه الجوفية بالمبالغة في سحب المياه من الآبار يؤدي مع الزمن الى هبوط مستويات المياه في الآبار ، ويكون ما يسمى بالمنخفض المخروطي للمياه ، ذلك المنخفض الذي تتسرب اليه المياه المالحة من الطبقات المجاورة لتملأ هذا الفراغ ٠ وفي هذه الحالة تنحط مياه الآبار في المنطقة التي تحدث فيها هذه الظاهرة ، وتصبح متملحة لا تصلح للاستعمال ٠ واذا استعملت هذه المياه المتملحة للري فانها تتلف التربة حتما بمرور الوقت لانها تترك طبقة ملحية في طبقة جذور النبات في الجزء العلوي من التربة بعد تبخر المياه التي كانت الأملاح ذائبة فيها ٠

من هنا كانت اهمية المحافظة على المياه الجوفية بعدم الجور في ضخها خشية هبوط مستوياتها وتملحها . فاذا شعر المواطن ان بئره بدات تتملح مياهها فعليه ان يقلل من كميات السحب منها ، وعليه ان يمزج المياه الضاربة للملوحة بمياه اكثر عذوبة لري ارضه ، انقاذا لها من خطر تراكم الأملاح فيها ومحافظة على انتاجية الأرض . ويفضل ان يختار المحاصيل الأكثر تحملا للملوحة لريها بهذا النوع من المياه ، مع استمرار غسله وتسميده للارض الزراعية لابعاد الأملاح عن منطقة جذر النبات . واذا تفاقمت المشكلة نتيجة التهاون وعدم تدارك الأمر قبل فوات الاوان ، واصبح من المتعذر عليه استعمال مياه البئر المتملحة حتى ولو مزجها بمياه عذبة فان الحل الاخير ، وهو أهون الشرور التي لا بد من مواجهتها بشيء من الشجاعة ، يكمن في اغلاق البئر وهجر استعمالها لمدة من الزمن لا تقل عن سبع سنوات ، لتتمكن البئر من استعادة وضعها الطبيعي بفعل التغذية المائية المباشرة .

ويؤخذ بعين الاعتبار التوزيع الجغرافي للآبار والينابيع في الحوض ، فالمنطقة المكتظة بمئات الآبار المتجاورة والمستمدة مياهها من خزان جوفي واحد،هي أكثر المناطق عرضة لمشكلة هبوط مستويات المياه في الآبار وتملحها لذا يجب ان لا يسمح بحفر آبار جديدة فيها ، وان لا تضخ المياه من آبارها وتسحب بكميات زائدة . فالجور في استعمال مياه الآبار لا يعرضها لهبوط مستوياتها وتملح مياهها فحسب بل انه يضعف تصريف مياه الينابيع ايضا ، ويجعلها عاجزة عن تصريف مياهها بالشكل الطبيعي . لذلك فان خير وسيلة للمحافظة على المياه هي تنظيم عملية حفر الآبار بحيث تترك مسافات كافية بين الآبار ، ومراقبة المياه بصورة مستمرة للكشف عن التغيرات التي قد تطرأ على مستويات مياهها قبل فوات الاوان ، او التغيرات التي تطرا على زيادة ملوحتها .

ان تحليل مياه الآبار من فترة لأخرى يعطي صورة حقيقية وواضحة عن الغواص الكيميائية والطبيعية لهذه المياه ، وبالتالي يمكن تصنيفها لتعيين قابليتها للاستعمال ، ومن ثم تحديد انسب الاستعمالات لها او على الاقل معالجة بعض مشكلاتها للافادة منها وتحاشي اخطارها . واذا اخذنا البورون على سبيل المثال نجد انه ضروري لنمو النبات ، الا انه سام لأنواع معينة منها وان درجة السمومية هي عامل هام يجب ان يؤخذ بعين الاعتبار بالنسبة للمحاصيل الحساسة . ومن المحاصيل الحساسة له يمكن ان نذكر الحمضيات وبعض الفواكه الأخرى كالمشمش والخوخ

والكرز والتفاح والعنب والتين والكمثرى . اما المحاصيل التي تتحمل وجود البورون في المياه فهي الجزر والخس والملفوف والبصل والفاصوليا وحشيشة رودس والبنجر والنخيل . وهناك محاصيل اقل تحملا للبورون مثل البطاطا الحلوة والفلفل والطماطم والذرة والقمح والشعير والزيتون والفجل والقطن والبطاطس ودوار الشمس (١١).

وتتناسب ملوحة المياه الجوفية تناسبا طرديا مع تركزات البورون في المياه ، وتتراوح محتويــات البورون في الميــاه بين ١ر٠ ملغرام / لتر الــى اكثر مــن ٥ ملغرام / لتر . وتجدر الاشارة الى ان محتويات البورون تتزايد في المياه مع تزايد ملوحتها ، فالمياه التي تقل درجة التوصيل الكهربائي فيهــا عن ١٥٠٠ مايكروموس تحتوي عادة على نسبة بورون تقل عن ٣ر٠ ملغرام / لتر .

وينطبق الحال على المغنيسيوم الذي يحتاج اليه النبات بكمية قليلة جدا ، فاذا زادت محتوياته في المياه عن الحد المطلوب فانــه يتحول الى عنصر سام للنبات . اما الصوديوم فهو عنصر مؤثر على النبات ، فاذا زادت نسبته في المياه عن ٥٠ ٪ من مجموع الأملاح المذابة فا نصنف المياه يصبح رديئا لارتفاع نسبة امصاص الصوديوم والقلوية ، ويتطلب استعماله حــذرا شديدا خشيــة تراكم الأملاح وارتفاع قلوية التربــة .

ان تنمية الموارد المائية الجوفيــة في الحوض ترتبط ارتباطا مباشرا بالمحافظة عليها ، ولا تنجح التنمية في تحقيق اهدافها ما لم تصاحبها عملية المحافظة على المياه. كذلك فان المحافظة على المياه لا تكفي وحدها ، بل ينبغي ان يخطط الاجراء مسح جيوفيزيقي ومسح جوي بعيد المدى بواسطة الأقمار الصناعية بحثا عن مصادر المياه الجوفية وتنقيبا عــن أماكن وجودها . وباستطاعة صور الأقمار الصناعية اليوم أن تحدد بدقة أماكن وجود المياه الجوفية وبموجب هذه الصور يمكن تقدير كميات المياه في الخزانات الجوفية تمهيدا لرسم سياسة مائية تقوم بالتخطيط لتنمية الموارد المائية الجوفية ، بالكشف عن كميات جديدة وحساب ما يمكن أن تعطيه مــن انتاج . ففي مطلع القرن الحادي والعشرين ، من المتوقع ان يتضاعف عدد سكان الحوض ، وهذا يعني ان انتاج المياه الجوفية يجب ان يتضاعف في الحوض وان يصل الى نحو ٤٥٠ مليون م٣ سنويا لمواجهة مضاعفة عدد السكان .

وختاما فان الانسان هو العنصر الفعال في المحافظة على المياه الجوفية وتنميتها، ويلون هذا الانسان الواعي والمدرك لما يحيط بــه من مشكلات ، ومــا يواجهه من تحديات يومية لا يمكن أن تحقق التنمية اهدافها ، فهو صانع التنمية وهو راس المال الحقيقي لها .

الهوامش والمصادر

(١) Abul Haggag, Y., Remarks on the Artesian Water of Nejd, Saudi Arabia, Ain Shams Univ. Press 1963. P. 103.

(٢) Barsons Basil Consultant, Agricultural and water resources, The Great Nafud Sedimentary basin, The Kingdom of Saudi Arabia. The Water resources Vo. 111. Riyadh P. 118.

(٣) وزارة الزراعة والمياه ـ ملفات قسم المنطقة الاولى ، وقسم تنمية موارد المياه الرياض .

(٤) بارسونز بازل . المصدر السابق ، ص ١٦٨ ـ ١٧١ .

(٥) وزارة الزراعة والمياه ـ شعبة الاحصاء الزراعي . نتائج التعداد الزراعي الشامل ١٩٧٤/٧٢ م

(٦) The Economist Intelligence Unit Limited, Northern Region of Saudi Arabia. (Additional Studies). December 1974. P. 15.

(٧) حسن حمزة حجرة ـ امكانية التنمية الزراعية في المملكة العربية السعودية ص ١٠٧ .

(٨) وزارة الزراعة والمياه ـ شعبة الاحصاء الزراعي . نتائج التعداد الزراعي الشامل ١٩٧٤/٧٣ م .

(٩) Ministry of Agriculture and Water - Bulletin of Agricultural current survey from 1972/1975.

(١٠) The Economist Intelligence Unit Limited, Ibid P. 15-20

(١١) Wilcox, L.F., Water quality for irrigation use. U.S.A. Dept. Agric. Technical paper (1962).